

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-138708

(43)Date of publication of application : 30.05.1995

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/54

C22C 38/58

(21)Application number : 05-288897

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 18.11.1993

(72)Inventor : SAWARAGI YOSHIATSU
SENBA MITSUYUKI

(54) AUSTENITIC STEEL GOOD IN HIGH TEMPERATURE STRENGTH AND HOT WORKABILITY

(57)Abstract:

PURPOSE: To produce a material for boilers and chemical plants having excellent creep rupture strength and creep rupture ductility, furthermore economically advantageous because of the extreme suppression of the content of expensive Ni and used in a high temp. environment.

CONSTITUTION: This is an austenitic steel contg., by weight, $\leq 0.15\%$ C, $\leq 0.5\%$ Si, $\leq 3\%$ Mn, 17 to 27% Cr, 7 to 23% Ni, 2.0 to 4.5% Cu, 0.10 to 0.80% Nb, 0.001 to 0.010% B, 0.05 to 0.45% N, 0.003 to 0.030% Al, 0.001 to 0.050% Zr, 0 to 3.0% Mo and 0 to 5.0% W, and the balance Fe with impurities. In the same components, no Mo and W may be allowed, and either or both may be added. In the case of the addition, preferably, the contents of Mo are regulated to 0.3 to 3.0%, and W to 0.5 to 5.0%.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-138708

(43)公開日 平成7年(1995)5月30日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z			
38/54				
38/58				

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21)出願番号	特願平5-288897	(71)出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22)出願日	平成5年(1993)11月18日	(72)発明者	榎木 義淳 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(72)発明者	仙波 潤之 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 穂上 照忠 (外1名)

(54)【発明の名称】 高温強度と熱間加工性の良好なオーステナイト鋼

(57)【要約】

【構成】重量%で、C: 0.15%以下、Si: 0.5%以下、Mn: 3%以下、Cr: 17~27%、Ni: 7~23%、Cu: 2.0~4.5%、Nb: 0.10~0.80%、B: 0.001~0.010%、N: 0.05~0.45%、Al: 0.003~0.030%、Zr: 0.001~0.050%、Mo: 0~3.0%およびW: 0~5.0%を含有し、残部はFeと不純物からなるオーステナイト鋼。上記成分の中、MoとWは無添加でもよく、どちらか一方、または両方を添加してもよい。添加する場合、Moは0.3~3.0%、Wは0.5~5.0%の含有量とするのが望ましい。

【効果】優れたクリープ破断強度とクリープ破断延性を備えており、しかも、高価なNiの含有量が極力抑えられているので経済的にも有利で、高温環境下で使用されるボイラや化学プラント用の材料として好適である。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】重量%で、C：0.15%以下、Si：0.5%以下、Mn：3%以下、Cr：17~27%、Ni：7~23%、Cu：2.0~4.5%、Nb：0.10~0.80%、B：0.001~0.010%、N：0.05~0.45%、Al：0.003~0.030%、Zr：0.001~0.050%、Mo：0~3.0%およびW：0~5.0%を含有し、残部はFeおよび不可避免的な不純物からなることを特徴とする高温強度と熱間加工性の良好なオーステナイト鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、クリープ破断強度とクリープ破断延性に優れ、高温装置用材料として好適なオーステナイト鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、高温の苛酷な環境に曝されるボイラ用あるいは化学プラント用の材料としては、SUS 304H、316H、321H、347H等の18-8系オーステナイトステンレス鋼が使用されてきた。しかし近年、使用条件がますます苛酷になり、使用材料に対して要求される性能も高度化し、従来の18-8系オーステナイトステンレス鋼では高温強度が不十分となってきた。

【0003】オーステナイト鋼の高温強度を高める方法としては、モリブデン (Mo) やタングステン (W) などの固溶強化元素を多量に添加する方法が有効であるが、オーステナイト組織を安定化させるためにニッケル (Ni) 量の増加を余儀なくされ、製造コストの大幅な増大を伴う。

【0004】この問題に対処するため、本発明者らは、先に、コストアップの要因とならない窒素 (N) の添加に着目して研究を行い、特開昭62-133048号公報で、高温強度と組織の安定性を改善するために珪素 (Si) およびアルミニウム (Al) の含有量を低く抑え、クリープ破断強度を向上させるために銅 (Cu)、ほう素 (B)、マグネシウム (Mg) を所定量添加したN含有オーステナイト鋼を提案した。特にMgは、脱酸剤として、また、加工性改善成分としても欠くことの出来ない成分であり、その効果を十分発揮させるためには0.001~0.015%の非常に狭い範囲で調整する必要があることを明らかにした。しかし、このN含有オーステナイト鋼では、脱酸剤として添加されるSiおよびAlの含有量を低めに制限しているためMg脱酸前の溶鋼中酸素量のバラツキが大きいので、脱酸剤として作用するMgの含有量を前記の範囲内で調整することは必ずしも容易ではない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、経済性重視の観点から、コストアップの要因となるNi、Mo、Wなど高価な元素の添加量を極力抑制した上記のN含有オーステナイト鋼をベースとして、さらに改善を加え、クリープ破断強度の向上と組織の安定化を図ることにより、高

温強度と熱間加工性の良好なオーステナイト鋼を提供することを課題としてなされたものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記のN含有オーステナイト鋼において、Mgに代わる元素を見いだすべく研究を重ねた結果、このような低Si、低AlのN含有オーステナイト鋼ではジルコニウム (Zr) の添加が有効で、その最適含有量の範囲をMgの場合より広くすることができ、溶製時の成分調整の困難性を大幅に緩和できるという新たな知見を得た。

【0007】本発明は、この知見に基づいてなされたもので、その要旨は、下記のオーステナイト鋼にある。

【0008】重量%で、炭素 (C)：0.15%以下、珪素 (Si)：0.5%以下、マンガン (Mn)：3%以下、クロム (Cr)：17~27%、ニッケル (Ni)：7~23%、銅 (Cu)：2.0~4.5%、ニオブ (Nb)：0.10~0.80%、ほう素 (B)：0.001~0.010%、窒素 (N)：0.05~0.45%、アルミニウム (Al)：0.003~0.030%、ジルコニウム (Zr)：0.001~0.050%、モリブデン (Mo)：0~3.0%およびタングステン (W)：0~5.0%を含有し、残部は鉄 (Fe) および不可避免的な不純物からなることを特徴とする高温強度と熱間加工性の良好なオーステナイト鋼。

【0009】上記成分の中、MoとWは無添加でもよく、どちらか一方、または両方を添加してもよい。添加する場合、Moは0.3~3.0%、Wは0.5~5.0%の含有量とするのが望ましい。

【0010】

【作用】以下に、本発明のオーステナイト鋼を構成する各成分の作用効果とそれらの含有量の限定理由について述べる。

【0011】C：Cは耐熱鋼として必要な引張強さおよびクリープ破断強度を確保するのに有効な元素である。しかし、0.15%を超えて含有させると溶体化状態における未固溶炭化物量を増加させ、高温強度の向上に寄与しなくなるばかりでなく、靱性等の機械的性質も劣化させる。従って、C含有量は0.15%以下と定めた。なお、本発明のようなN含有鋼ではC含有量は微量であってもよいが、0.01%以上含有させるのが好ましい。

【0012】Si：Siは脱酸剤として、また、耐酸化性を向上させる元素として有効であるが、含有量が多くなると溶接性や熱間加工性が劣化する。また、本発明のようなN添加鋼では時効中やクリープ中に析出する窒化物量が増加し、靱性や延性の低下を促進する。従って、Si含有量は0.5%以下に抑制することが必要であり、特に靱性や延性を重視する場合には0.3%以下に抑えることが望ましい。

【0013】Mn：脱酸剤として、また、熱間加工性を向上させる元素として有効であるが、多量に含有させると耐熱特性が劣化するので、Mn含有量は3%以下とした。

【0014】Cr：高温での耐酸化性や耐食性の向上に必要な元素であり、その効果を十分発揮させるためには17%以上含有させることが必要である。含有量の増加に伴ってその効果は向上するが、Crはフェライト生成元素であるため、含有量が多くなるとオーステナイト組織を確保するために高価なNiの添加量を増加させなければならない。従って、Crの含有量は17~27%とした。

【0015】Ni：Niはオーステナイト組織を安定化させるために必須の元素である。その最適含有量はCr、Mo、W、Nb等のフェライト生成元素やC、N等のオーステナイト生成元素の含有量によって定まるが、本発明のオーステナイト鋼では、Ni含有量が7%未満では安定したオーステナイト組織の確保が困難であり、一方、23%を超えて含有させてもオーステナイト相は既に十分に安定化されており、製造コストが高くなるだけである。従って、Ni含有量は7~23%とした。

【0016】Cu：クリープの際、Cu相として鋼中に微細分散析出し、クリープ破断強度の向上に大きく寄与するが、その効果を発揮させるためには2.0%以上含有させることが必要である。しかし、過剰に含有させるとクリープ破断延性や加工性が劣化するので、Cu含有量は2.0~4.5%とした。

【0017】N：Cと同様、鋼の引張強さやクリープ破断強度を向上させる作用を有する元素であるが、その含有量が0.05%未満では十分な効果が発揮されない。一方、NはCに比較して固溶限が大きいので、本発明のオーステナイト鋼ではNを0.45%まで含有させても十分固溶し、時効中に生じる窒化物の析出に伴う靱性の低下も比較的少ないが、0.45%を超えて過剰に含有させると時効後靱性が急激に低下する。

【0018】従って、N含有量は0.05~0.45%とした。

【0019】Nb：Nbは微細な炭窒化物として分散析出することによりクリープ破断強度を向上させる作用を有する元素である。しかし、その含有量が0.10%未満では十分な効果が得られず、一方、過剰に含有させると溶接性や加工性が劣化するとともに、本発明のようなN含有鋼では固溶せずに炭窒化物を形成するNbも増加し、鋼の機械的性質を劣化させる。従って、Nb含有量は0.10~0.80%とした。

【0020】Al：脱酸剤として必要な元素であり、0.03%以上含有させる必要があるが、0.030%を超えて含有させると高温条件下で長時間使用した場合 σ 相等の金属間化合物が析出し、鋼の靱性が劣化する。従って、Al含有量は0.03~0.030%と定めた。0.003~0.020%に調整するのが望ましい。

【0021】B：Bは微細な炭窒化物として分散析出し、また粒界を強化することによってクリープ破断強度の向上に寄与するが、その含有量が0.001%未満では効果が発揮されず、一方、0.010%を超えて含有させると溶接性が劣化する。従って、B含有量は0.001~0.010

%と定めた。

【0022】Zr：Zrは脱酸剤として作用する元素であり、SiおよびAlの含有量を低めに抑える本発明のオーステナイト鋼においては、脱酸剤としてのZrの添加が必須である。更に、Zrは粒界を強化してクリープ破断強度およびクリープ破断延性を向上させるとともに、クリープ中に析出するNb-Cr-Nの複合窒化物を微細化し、鋼の高強度化に寄与するという効果も有している。このような効果を十分発揮させるためには、Zrを0.001%以上含有させることが必要であり、0.005%以上とするのが好ましい。しかし、0.050%を超えて含有させると溶接性が劣化する。従って、その含有量は0.001~0.050%とした。

【0023】MoおよびW：MoおよびWは固溶強化により鋼の高温強度を改善する作用を有しているので必要に応じて添加する。しかし、Moについては3.0%、Wについては5.0%を超えるとその効果が飽和する傾向を示すとともに、加工性が劣化する。従って、それらの含有量は、Moについては0~3.0%、Wについては0~5.0%とした。前記の作用を十分発揮させるためには、Moについては0.3~3.0%、Wについては0.5~5.0%の含有量とするのが望ましい。

【0024】

【実施例】表1~表3に示す化学組成を有する本発明鋼No. 1~23および比較鋼A~Qを真空溶解により溶製し、鍛造および冷間圧延を行った後、溶体化処理を施したものを供試材とした。

【0025】これらの供試材から平行部の直径が6mmの丸棒形状の試験片を切り出し、750℃で11kgf/mm²の荷重をかけてクリープ破断試験を行い、クリープ破断時間およびクリープ破断伸びを測定した。

【0026】試験結果を表4、表5、および図1~図6に示す。なお、図1および図2中の測定値に付した記号、ならびに図3~図6の横軸の合金No.の欄の記号は、表4および表5の合金No.の欄の記号と対応している。

【0027】図1および図2に示した結果から明らかのように、Zrを本発明で定める範囲内で含有させた鋼（本発明鋼No. 1~12）では、比較鋼A、CおよびDに比べてクリープ破断時間およびクリープ破断伸びが大幅に向上している。比較鋼Bは本発明鋼と同等の性能が得られるが溶接性が劣化するという問題がある。

【0028】図3および図4はMoおよびWの一方または両方を所定量含有させた鋼についてZrを含有する場合としない場合の試験結果であるが、この場合も、Zrを含有する本発明鋼（No. 13、15、17~19）は比較鋼（E~I）に比べてクリープ破断時間およびクリープ破断伸びが大幅に向上している。

【0029】図5および図6は、前記の特開昭62-133048号公報で提案したMgを含有するオーステナイト鋼（比

較鋼 J～Q) とこれと同一成分系の本発明鋼 (No. 2、
7、10、13、15、17～19) について、クリープ破断時間
およびクリープ破断伸びを比較した図であるが、いずれ
も本発明鋼の方が良好であり、特にクリープ破断伸びは *

*本発明鋼の方が格段に優れていることがわかる。

【0030】

【表 1】

表 1

区 分	合 金 No.	化 学 組 成 (単位: 重量%, 残部はFeと不純物)													
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	N	Nb	B	Al	Zr	Mo	W	そ の 他
本 発 明 鋼	1	0.10	0.22	0.50	17.5	7.3	3.15	0.085	0.45	0.0040	0.013	0.003	—	—	—
	2	0.09	0.20	0.50	17.8	7.5	3.07	0.087	0.43	0.0034	0.010	0.008	—	—	—
	3	0.10	0.22	0.47	17.3	7.7	3.10	0.090	0.45	0.0045	0.012	0.023	—	—	—
	4	0.10	0.20	0.45	17.7	7.5	3.15	0.082	0.47	0.0040	0.013	0.046	—	—	—
	5	0.08	0.45	0.20	23.0	13.8	2.95	0.155	0.34	0.0046	0.008	0.003	—	—	—
	6	0.08	0.45	0.21	23.8	13.8	3.00	0.160	0.36	0.0057	0.010	0.007	—	—	—
	7	0.08	0.40	0.25	23.2	13.2	3.02	0.150	0.35	0.0040	0.012	0.018	—	—	—
	8	0.08	0.43	0.25	23.1	13.0	3.00	0.153	0.37	0.0053	0.012	0.040	—	—	—
	9	0.06	0.15	1.00	25.8	17.7	3.32	0.325	0.48	0.0020	0.018	0.004	—	—	—
	10	0.06	0.20	0.97	25.5	17.6	3.28	0.330	0.50	0.0018	0.017	0.009	—	—	—
	11	0.07	0.20	1.02	25.8	17.8	3.30	0.322	0.50	0.0018	0.015	0.020	—	—	—
	12	0.06	0.18	1.07	25.7	18.0	3.35	0.320	0.48	0.0017	0.018	0.038	—	—	—

【0031】

【表 2】

表 2

区 分	合 金 No	化 学 組 成 (単位: 重量%、残部はFeと不純物)													
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	N	Nb	B	Al	Zr	Mo	W	そ の 他
本 発 明 鋼	13	0.11	0.20	0.50	23.2	17.0	3.10	0.150	0.40	0.0043	0.010	0.010	1.12	—	—
	14	0.11	0.22	0.46	22.8	19.5	3.10	0.160	0.42	0.0040	0.009	0.008	2.56	—	—
	15	0.12	0.21	0.46	22.7	16.8	3.20	0.155	0.45	0.0038	0.013	0.012	—	2.20	—
	16	0.06	0.20	1.00	26.0	18.0	2.75	0.325	0.45	0.0018	0.010	0.010	0.85	—	—
	17	0.05	0.22	0.98	26.3	18.3	2.85	0.340	0.48	0.0020	0.006	0.008	—	1.75	—
	18	0.14	0.15	0.32	22.8	18.0	3.00	0.145	0.42	0.0035	0.013	0.012	0.35	0.65	—
	19	0.02	0.20	1.00	24.8	17.0	2.25	0.325	0.38	0.0014	0.015	0.010	—	2.00	—
	20	0.05	0.40	2.85	24.8	16.8	3.75	0.435	0.50	0.0016	0.005	0.006	—	—	—
	21	0.08	0.20	0.38	19.8	22.6	3.35	0.063	0.17	0.0073	0.015	0.015	—	4.85	—
	22	0.10	0.15	0.56	23.1	17.0	4.38	0.128	0.30	0.0035	0.008	0.008	—	—	—
	23	0.05	0.35	0.98	25.6	20.0	3.00	0.245	0.88	0.0015	0.018	0.009	0.75	—	—

【0032】

【表 3】

表 3

区分	合金 No	化 学 組 成 (単位: 重量%, 残部はFeと不純物)													
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	N	Nb	B	Al	Zr	Mo	W	その他
比較鋼	A	0.10	0.20	0.55	17.9	7.5	3.20	0.090	0.44	0.0042	0.012	—	—	—	—
	B	0.09	0.16	0.52	17.6	7.3	3.18	0.088	0.47	0.0040	0.010	0.066	—	—	—
	C	0.08	0.45	0.21	23.2	14.0	3.02	0.157	0.38	0.0044	0.010	—	—	—	—
	D	0.06	0.18	1.02	25.7	17.8	3.20	0.332	0.53	0.0017	0.008	—	—	—	—
	E	0.12	0.20	0.49	23.0	17.2	3.08	0.154	0.42	0.0045	0.012	—	1.20	—	—
	F	0.11	0.18	0.50	22.8	17.0	3.23	0.160	0.43	0.0038	0.008	—	—	2.25	—
	G	0.06	0.23	1.00	26.0	18.4	2.93	0.345	0.50	0.0019	0.007	—	—	1.80	—
	H	0.13	0.16	0.30	23.0	18.3	3.05	0.150	0.42	0.0036	0.010	—	0.35	0.70	—
	I	0.02	0.17	0.98	25.0	17.3	2.34	0.320	0.40	0.0016	0.013	—	—	2.03	—
	J	0.09	0.18	0.53	17.9	7.3	3.12	0.090	0.43	0.0036	0.011	—	—	—	Mg:0.010
	K	0.08	0.38	0.25	23.0	13.3	3.12	0.153	0.37	0.0041	0.010	—	—	—	Mg:0.017
	L	0.07	0.20	0.99	25.2	17.8	3.25	0.333	0.48	0.0017	0.015	—	—	—	Mg:0.010
	M	0.12	0.18	0.55	23.0	16.9	3.15	0.148	0.38	0.0040	0.008	—	1.20	—	Mg:0.012
	N	0.11	0.20	0.50	22.3	17.2	3.30	0.160	0.43	0.0038	0.009	—	—	2.23	Mg:0.012
	O	0.06	0.26	1.06	26.1	18.3	2.97	0.337	0.51	0.0022	0.007	—	—	1.72	Mg:0.009
	P	0.14	0.12	0.30	22.8	18.5	2.85	0.149	0.40	0.0038	0.011	—	0.37	0.63	Mg:0.010
	Q	0.02	0.22	1.03	25.4	17.4	2.22	0.330	0.42	0.0016	0.011	—	—	2.05	Mg:0.008

【0033】

【表4】

9
表 4

区分	合金 No	750°C、11kgf/mm ² での クリープ破断時間 (h)	750°C、11kgf/mm ² での クリープ破断伸び (%)
本 発 明 鋼	1	1010.3	33
	2	1271.0	35
	3	1325.5	41
	4	1330.5	38
	5	1400.3	28
	6	1457.6	33
	7	1680.0	35
	8	1796.3	35
	9	1720.5	25
	10	1911.0	27
	11	1965.0	30
	12	1886.7	27
	13	2125.3	43
	14	2580.3	40
	15	2398.0	48
	16	2512.5	43
	17	2767.3	43
	18	1856.5	35
	19	2520.3	38
	20	2023.0	35
	21	3450.7	48
	22	1783.0	25
	23	2711.0	32

【0034】

【表 5】

10
表 5

区分	合金 No	750°C、11kgf/mm ² での クリープ破断時間 (h)	750°C、11kgf/mm ² での クリープ破断伸び (%)
比 較 鋼	A	602.5	15
	B	1300.5	40
	C	703.0	16
	D	910.3	13
	E	989.0	17
	F	1024.8	19
	G	1277.0	18
	H	965.0	20
	I	1053.6	15
	J	1007.0	18
	K	1325.5	18
	L	1538.0	21
	M	1747.7	22
	N	1880.3	17
	O	2197.0	20
	P	1444.0	17
	Q	2075.5	19

【0035】

【発明の効果】本発明のオーステナイト鋼は優れたクリープ破断強度とクリープ破断延性を備えたオーステナイト鋼である。しかも、Nを含有し、高価なNiの含有量が極力抑えられているので経済的にも有利で、高温環境下で使用されるボイラや化学プラント用の材料として好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】クリープ破断時間とZr含有量との関係を示す図である。

【図2】クリープ破断伸びとZr含有量との関係を示す図である。

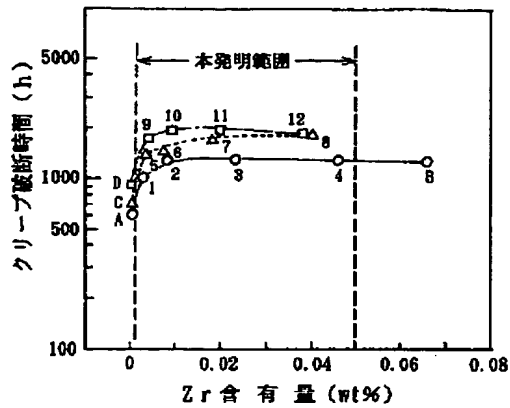
【図3】本発明鋼と比較鋼についてのクリープ破断時間の比較図である。

40 【図4】本発明鋼と比較鋼についてのクリープ破断伸びの比較図である。

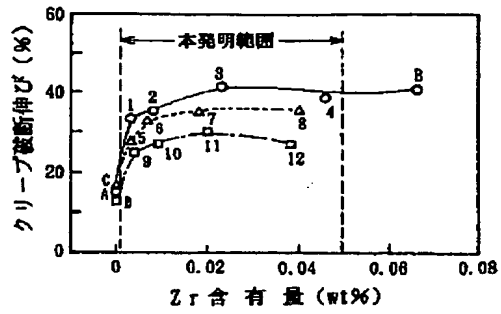
【図5】本発明鋼とMgを含有する比較鋼についてのクリープ破断時間の比較図である。

【図6】本発明鋼とMgを含有する比較鋼についてのクリープ破断伸びの比較図である。

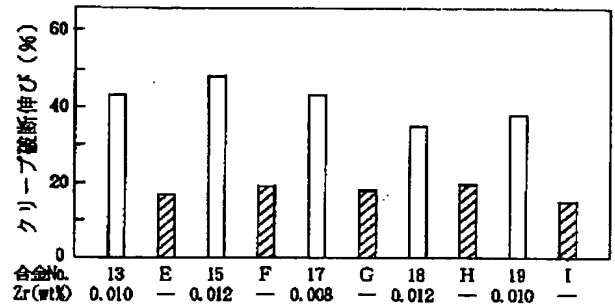
【図 1】



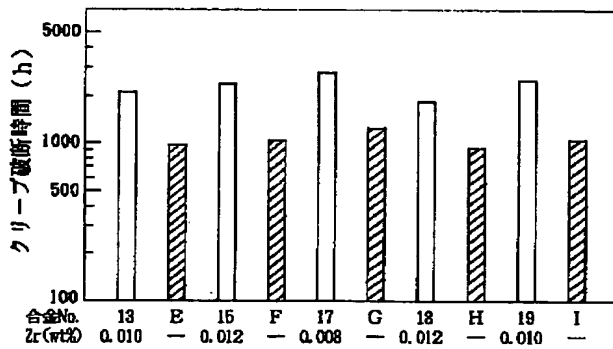
【図 2】



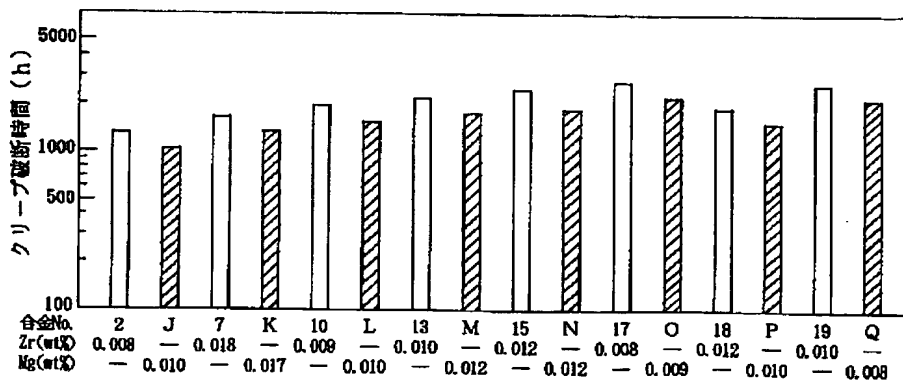
【図 4】



【図 3】



【図 5】



【図6】

